

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 22 205.3

**Anmeldetag:** 18. Mai 2002

**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Anordnung zur Erfassung der Bewegung eines Elements

**IPC:** G 01 B, G 01 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. April 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Ebert

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

R.302355

Verfahren und Anordnung zur Erfassung der Bewegung eines  
Elements

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Erfassung der Bewegung eines Elements relativ zu einer Sensoranordnung, insbesondere zur Erfassung des Drehwinkels eines rotierenden Elements, nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Solche Sensoranordnungen werden in unterschiedlichen Ausführungsformen beispielsweise in Fahrzeugen bereits angewandt. Zum Beispiel mit sog. Hall-Elementen als Drehzahlfühler an den Rädern für ein Antiblockierbremsystem (ABS), als Drehzahl- und Phasengeber für die Motorsteuerung oder als Lenkwinkelsensoren für sog. Fahrdynamikregelsysteme und für elektrische Lenkhilfen. Diese, beispielsweise aus der DE 197 50 304 A1 bekannten Sensoranordnungen, geben in der Regel digitale Signale, z.B. Schaltflanken, in Abhängigkeit von einem vor dem Sensor drehenden Geberrad aus.

Zu den wesentlichsten Anforderungen an diese Drehzahlsensoren im ABS sowie im Motor- und Getriebebereich gehört, insbesondere aufgrund der mechanischen Toleranzen, ein möglichst großer erreichbarer Luftspalt sowie eine hohe Immunität gegen Vibrationen. An diese Sensoranordnungen werden darüber hinaus eine Reihe von zum Teil gegensätzlicher Anforderungen gestellt, wobei ein hochempfindlicher Sensor an sich auch hochempfindlich für eine Anregung durch die das Messergebnis störenden Vibrationen ist. Die volle Funktionalität soll dabei einerseits für sehr große Luftspalte, d.h. ein sehr empfindlicher Sensor, erreicht werden und andererseits wird für kleine Luftspalte gefordert, dass hier bei einem großen Sensorsignal keine fehlerhaften Signale durch Vibrationen auftreten dürfen.

Um die Empfindlichkeit solcher Sensoranordnungen gegenüber Vibrationen zu minimieren wird bei herkömmlichen Drehzahlsensoren oft eine variable Hysterese eingesetzt. Hierbei muss zunächst die Signalamplitude gemessen werden und danach wird die Hysterese flexibel angepasst. Für große Eingangssignale wird dann eine große Hysterese und für kleine Eingangssignale wird eine entsprechend verringerte Hysterese gewählt, d.h. es wird bei einem kleinen Luftspalt, die zum Schalten notwendige Amplitude erhöht.

Gleichzeitig besteht insbesondere auch bei einem Stillstand des Geberrades die Forderung nach einer Immunität des Sensors gegenüber Vibrationen, was zunächst einer hohen Empfindlichkeit entgegen steht und die Realisierung einer großen Schalthysterese erforderlich macht.

Weiterhin wird verlangt, dass der realisierte Sensor gegenüber kurzzeitigen Signaländerungen, insbesondere einer deutlichen Amplitudenverringern im Betrieb, unempfindlich ist. Daher ist ein wesentlicher Nachteil dieser Methode mit einer flexiblen Hysterese der Verlust der Immu-

nität insbesondere gegen Luftspaltschläge im Betrieb, die kurzzeitig eine solche erhebliche Verringerung der Signalamplitude erzeugen können. Durch eine zuvor erhöhte Hysterese im Schaltpunkt des Sensors kann es dann bei einem solchen Luftspaltschlag eventuell zum Signalverlust bzw. zu einem Signalabriss kommen.

Weiterhin lässt sich die Methode mit einer anpassbaren Hysterese nur nach erfolgter Kalibrierung des Sensors anwenden, da erst nach der Kalibrierung die Signalamplitude bekannt ist. Zur korrekten Einstellung der Hysterese müsste der Sensor jedoch zunächst die Signalamplitude messen. Da direkt nach dem Einschalten noch keine Messwerte vorliegen, muss im Sensor ein Startwert, üblicherweise das Minimum, für die Hysterese gewählt werden. Das bedeutet jedoch gleichzeitig, dass der Sensor in diesem Zustand sehr vibrationsempfindlich ist.

Darüber hinaus verliert der Sensor durch eine erhöhte Hysterese bei einer magnetischen Stimulation (d.h. während das Geberrad dreht) ebenfalls seine Robustheit gegenüber Luftspaltschlägen, die die Signalamplitude über wenige Perioden drastisch reduzieren können.

Zum Beispiel ist aus der US 5,451,891 A1 bekannt, dass eine adaptive, von der Signalamplitude abhängige Hysterese benutzt wird. Hier wird ein Kopplungsfaktor als Quotient aus der gemessenen Sensoramplitude und der Frequenz bestimmt und basierend auf diesem Kopplungsfaktor wird die Hysterese proportional zum Produkt aus Kopplungsfaktor und Frequenz eingestellt. Mit dieser bekannten Methode kann lediglich das Verhalten passiver Sensoren ausgeglichen werden, die für niedrige Anregungsfrequenzen ein sehr kleines Signal liefern und für hohe Frequenzen eine sehr große Amplitude ausgeben. Es kann jedoch nicht das Verhalten von Sensoren, die unabhängig von der Signalfre-

quenz eine konstante interne Signalamplitude liefern, verbessert werden.

#### Vorteile der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Weiterbildung eines eingangs erwähnten Verfahrens zur Erfassung der Bewegung eines Elements relativ zu einer Sensoranordnung, bei dem Schaltsignale in Abhängigkeit von einem vor dem Sensor vorbeibewegten Impulsgeber ausgewertet werden und eine Anpassung einer Schalthysterese bei der Auswertung in Abhängigkeit von den Werten des Schaltsignals vorgenommen wird.

In vorteilhafter Weise wird gemäß der Erfindung bei einer Bewegung des Elements unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes eine relativ große Schalthysterese und bei Überschreiten des Grenzwertes eine verringerte Schalthysterese eingestellt. Der Kern der Erfindung liegt somit in der Einführung einer frequenzabhängigen Hysterese, die ggf. durch eine amplitudenabhängige ergänzbar ist. Vorzugsweise ist der vorgegebene Grenzwert eine Grenzfrequenz für die gemessenen Schaltsignale, die insbesondere bei der Erfassung der Bewegung eines drehbaren Elements, z.B. ein Drehzahlfühler in einem Kraftfahrzeug, als Schaltsignale eines Geberrades als Impulsgeber ausgewertet werden.

Es kann hiermit auf einfache Weise erreicht werden, dass eine hohe Vibrationsimmunität, d.h. es entstehen keine zusätzlichen Vibrationsimpulse, unterhalb der Grenzfrequenz im wesentlichen im Stillstand besteht und dabei eine große Robustheit gegenüber Luftspaltschlägen oberhalb dieser Grenzfrequenz gewährleistet ist, d.h. es gibt keine fehlenden Pulse. Neben der Auswertung der Signalfrequenz in Bezug auf die Grenzfrequenz kann auch eine beliebige Art von Stillstandserkennung genutzt werden, um

die Aktivierung der relativ großen Starthysterese zu erreichen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann zur Bestimmung der relativ großen Schalthysterese als Starthysterese eine zuvor gemessene Amplitude des Schaltsignals herangezogen wird und gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann auch für die relativ große Schalthysterese als Starthysterese und/oder die verringerte Schalthysterese nach dem Überschreiten des Grenzwertes, bzw. nach dem Beenden des Stillstandes, jeweils ein fester Wert herangezogen werden.

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung zur Erfassung der Bewegung eines Elements relativ zu einer Sensoranordnung wird anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Diagramm des Verlaufs eines Sensorsignals der Sensoranordnung und einer Schalthysterese über der Zeit, wobei das Sensorsignal aus Schaltsignalen während des Stillstandes und der Drehbewegung eines Geberrades gebildet ist,

Figur 2 ein Diagramm des Verlaufs der Schalthysterese in Abhängigkeit von der Frequenz bei der Auswertung des Sensorsignals,

Figur 3 ein Diagramm des Verlaufs einer von der Amplitude des Sensorsignals abhängigen Schalthysterese und

Figur 4 ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Schalthysterese.

### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist ein Diagramm des Verlaufs 1 eines Sensorsignals der Sensoranordnung über der Zeit  $t$  gezeigt, das hier bei der Erfassung der Drehbewegung eines im Prinzip aus dem Stand der Technik bekannten Geberrades, z.B. zur Erzeugung von Impulsen für vorgegebene Drehwinkel, ermittelt wird. Im linken Teil des Diagramms nach der Figur 1 ist ein Bereich 2 als Stillstand des hier nicht dargestellten Geberrades definiert. Dieser Bereich 2 kann zum Beispiel als Bereich unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes  $f_{\text{Grenz}}$  definiert werden, wie er parallel dazu in Figur 2 angedeutet ist.

Die Figur 2 zeigt den Verlauf 3 einer Schalthysterese  $H$  in Abhängigkeit von der Frequenz  $f$  bei der Auswertung des Sensorsignals 1 nach der Figur 1. Im Bereich 2 ist eine relativ große Schalthysterese 4 als  $\text{Hyst0}$  gewählt, so dass Vibrationen 5 nicht zu einigen das Messergebnis verfälschenden Signalen führen.

Nach einem Verlassen des Stillstandsbereichs 2 nach der Figur 1 bzw. nach dem Überschreiten des Grenzwertes  $f_{\text{Grenz}}$  nach der Figur 2 wird dann eine verringerte Schalthysterese  $H_1$  im Bereich 6 eingestellt. Die Figur 2 zeigt somit eine feste Hysterese  $H = \text{Hyst0}$  für eine Signalfrequenz  $f < f_{\text{Grenz}}$  und eine feste Hysterese  $H = H_1$  für  $f \geq f_{\text{Grenz}}$ .

Aus Figur 3 ist eine Kombination der festen Hysterese  $H$  nach der Figur 2 mit einer amplitudenabhängigen Hysterese  $H$  gezeigt. Es ist ein Verlauf 7 der Hysterese  $H$  über der Signalamplitude  $SA$  dargestellt. Hier erfolgt eine Anpassung der festen Hysterese  $H = \text{Hyst0}$  auf der Basis einer zuvor gemessenen Signalamplitude  $SA$ , d.h. die feste Hysterese  $\text{Hyst0}$  ist eine Funktion der Amplitude. Falls die Messung der Signalamplitude  $SA$  vorher nicht möglich war, z.B. direkt nach dem Einschalten der Sensoranord-

nung, kann diese durch eine Wahl eines voreingestellten Wertes (Defaultwert) erfolgen.

In Figur 4 ist ein Ablaufdiagramm zur Funktionsweise eines erfindungsgemäßen Sensors einschließlich der Bestimmung der anhand der Figuren 1 bis 3 erläuterten Schalthysterese H dargestellt. Beginnend mit der Erkennung eines Stillstandes STST, z.B.  $f < f_{\text{Grenz}}$ , wird zunächst die große Schalthysterese Hyst0 eingestellt. Dann wird aus der gemessenen Signalamplitude SA (vgl. Position 1 aus der Figur 1) eine Bewegung des Geberrades erkannt und sodann die Schalthysterese H auf den Wert H1 verringert. Aus der dann gemessenen Signalamplitude SA kann ein neuer Wert für Hyst0 ermittelt werden, der bei einem erneuten Stillstand herangezogen wird.



R.302355

Patentansprüche

- 1) Verfahren zur Erfassung der Bewegung eines Elements relativ zu einer Sensoranordnung, bei dem
  - Schaltsignale (1) in Abhängigkeit von einem vor dem Sensor vorbeibewegten Impulsgeber ausgewertet werden und
  - eine Anpassung einer Schalthysterese (H) bei der Auswertung in Abhängigkeit von den Werten des Schaltsignals (1) vorgenommen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - bei einer Bewegung des Elements unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes ( $f_{\text{Grenz}}$ ) eine relativ große Schalthysterese (Hyst0) und bei Überschreiten des Grenzwertes ( $f_{\text{Grenz}}$ ) eine verringerte Schalthysterese (H1) eingestellt wird.

2) Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der vorgegebene Grenzwert eine Grenzfrequenz ( $f_{\text{Grenz}}$ ) für die gemessenen Schaltsignale (1) ist.

3) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- zur Erfassung der Bewegung eines drehbaren Elements die Schaltsignale (1) eines Geberrades als Impulsgeber ausgewertet werden.

4) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- zur Bestimmung der relativ großen Schalthysterese als Starthysterese (Hyst0) eine zuvor gemessene Amplitude des Schaltsignals (1) herangezogen wird.

5) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- für die relativ große Schalthysterese als Starthysterese (Hyst0) und/oder die verringerte Schalthysterese (H1) nach Überschreiten des Grenzwertes ( $f_{\text{Grenz}}$ ) jeweils ein fester Wert herangezogen wird.

6) Sensoranordnung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Sensoranordnung berührungslose Sensoren mit Hall-Elementen oder magnetoresistiven Elementen aufweisen.

7) Sensoranordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Sensoranordnung als Drehzahlfühler in einem Kraftfahrzeug eingesetzt ist.

R.302355

### Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Erfassung der Bewegung eines Elements relativ zu einer Sensoranordnung vorgeschlagen, bei dem Schaltsignale (1) in Abhängigkeit von einem vor dem Sensor vorbeibewegten Impulsgeber ausgewertet werden und eine Anpassung einer Schalthysterese (H) bei der Auswertung in Abhängigkeit von den Werten des Schaltsignals (1) vorgenommen wird. Bei einer Bewegung des Elements unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes ( $f_{\text{Grenz}}$ ) wird eine relativ große Schalthysterese (Hyst0) und bei Überschreiten des Grenzwertes ( $f_{\text{Grenz}}$ ) eine verringerte Schalthysterese (H1) eingestellt.

(Figur 1)

1 / 2

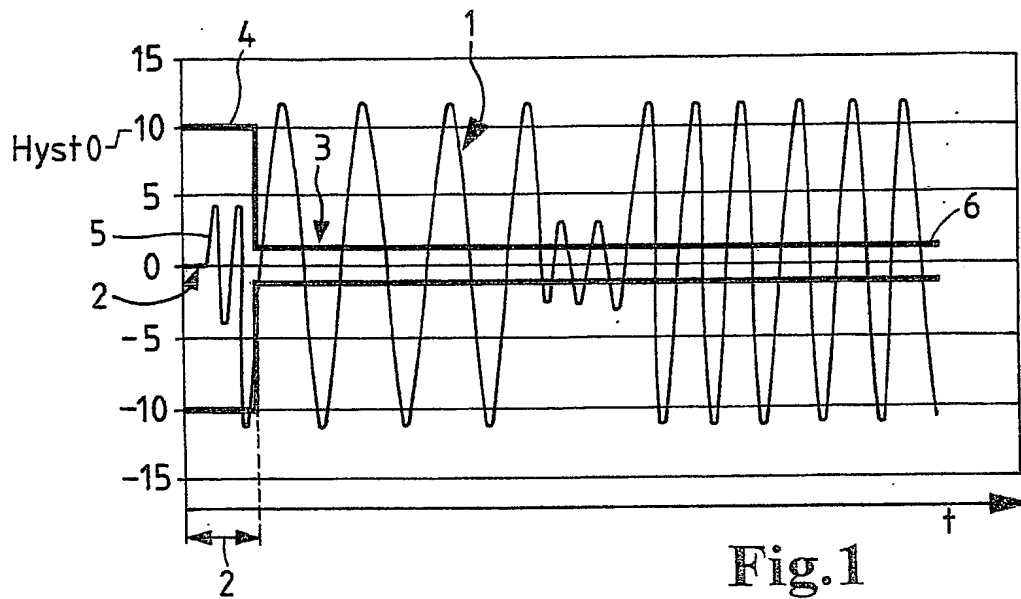


Fig. 1

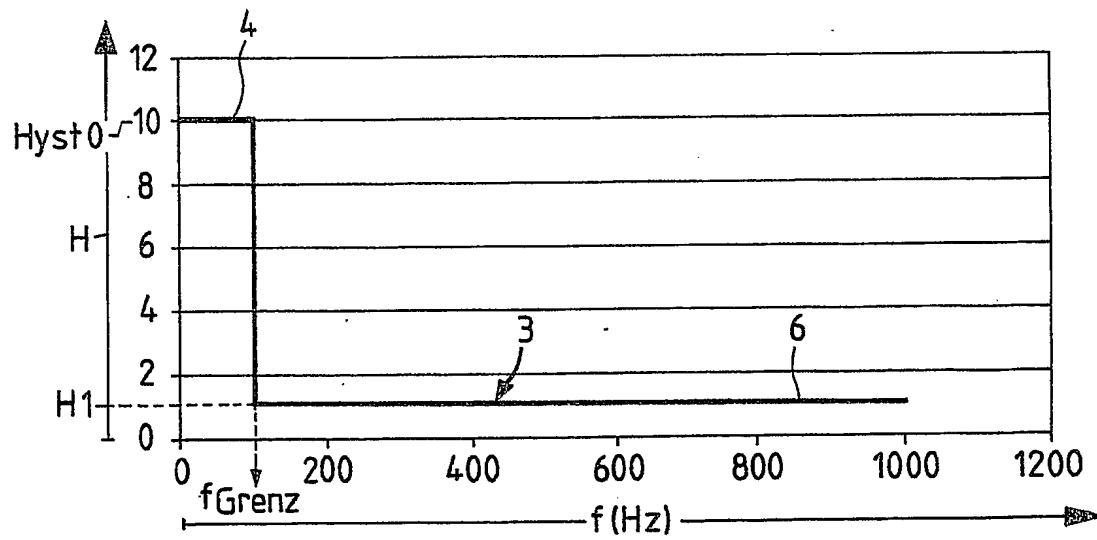


Fig. 2

2 / 2

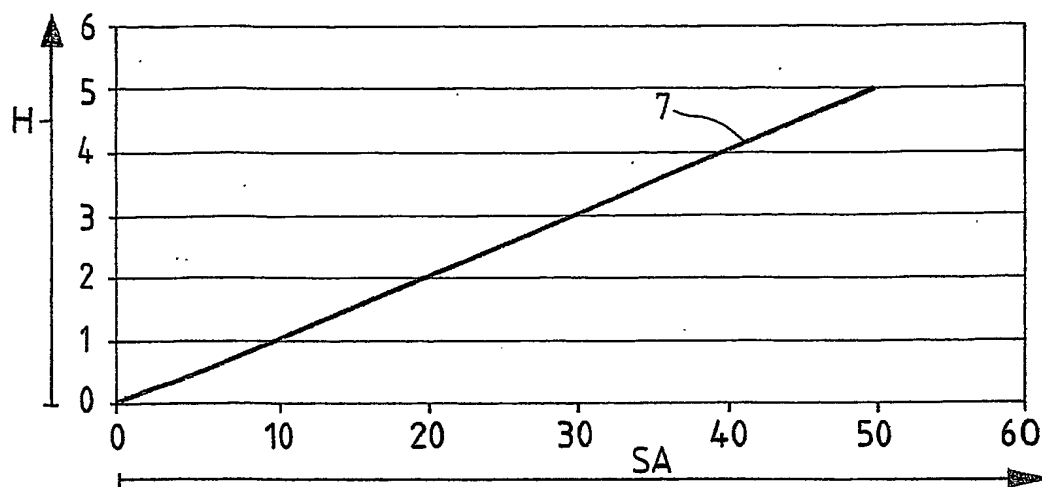


Fig.3

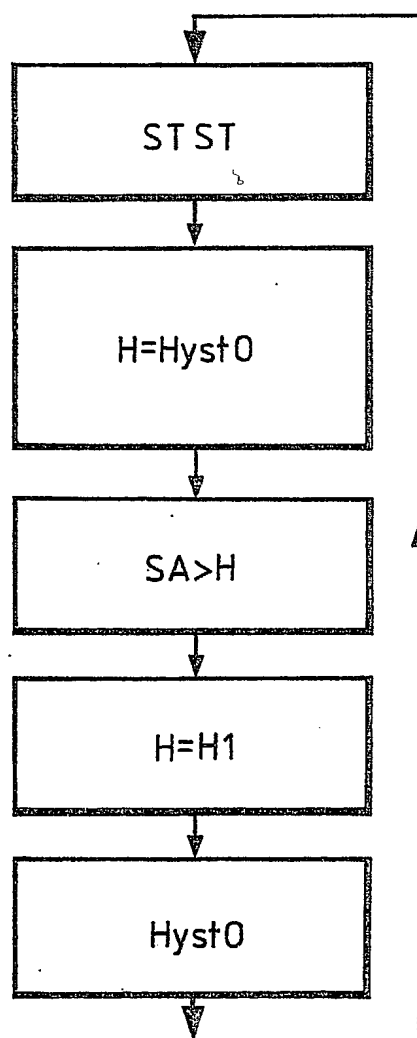


Fig.4